

ИССЛЕДОВАНИЕ УДЕЛЬНОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ПОВЕРХНОСТИ ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ ПОСЛЕ ТЕРМИЧЕСКОГО ОКСИДИРОВАНИЯ

Пастухов Д.С., Медисон В.В.

Научные руководители – Голубев В.И., к.т.н., доцент,

Пегашкин В.Ф., д.т.н., профессор

ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени первого
Президента России Б.Н. Ельцина»

medisonw@gmail.com

Известно, что термическое оксидирование титановых сплавов приводит к повышению их коррозионной и коррозионно-эрозионной стойкости в различных средах, а также повышению износостойкости [1 – 3]. Это связано с образованием на поверхности сплава насыщенного кислородом слоя, состоящего из оксидов титана, алюминия и других металлов, содержащихся в сплаве. В этом плане особенно интересно исследование электрофизических свойств поверхности титановых сплавов, поскольку из литературных данных известно [4], что оксиды TiO_2 , Al_2O_3 и другие, образующиеся на поверхности титановых сплавов после обработки, имеют электрическое сопротивление, близкое к диэлектрику.

Целью работы являлось изучение поверхностного электрического сопротивления титановых сплавов различных марок после оксидирования.

Исследовали образцы из титановых сплавов различных групп марок BT1-0, OT4, BT6, BT3-1 и VST 5553 с размерами $40 \times 20 \times 5$ мм., которые закаливали, очищали и обезжиривали, а затем подвергали оксидированию при температурах 600, 650, 700, 750, и 800°C. Время оксидирования составляло 7 часов. Вследствие длительного оксидирования на поверхности всех образцов был получен оксидированный слой различной глубины.

Проводили измерение электрического сопротивления образцов на приборе марки MIC-2500 фирмы Sonel (Польша) при напряжении пробоя, равном 50 В. По результатам регрессионного анализа экспериментальных данных были получены графики зависимости удельного электрического сопротивления поверхности титановых сплавов после отжига от температуры отжига, изображенные на рисунке 1.

При проведении регрессионного анализа было принято, что зависимость удельного электрического сопротивления от температуры имеет вид показательной функции. Иначе говоря, при повышении температуры отжига, удельное электросопротивление поверхности возрастает по экспоненте.

Полученные регрессионные модели и коэффициенты корреляции приведены в таблице 1.

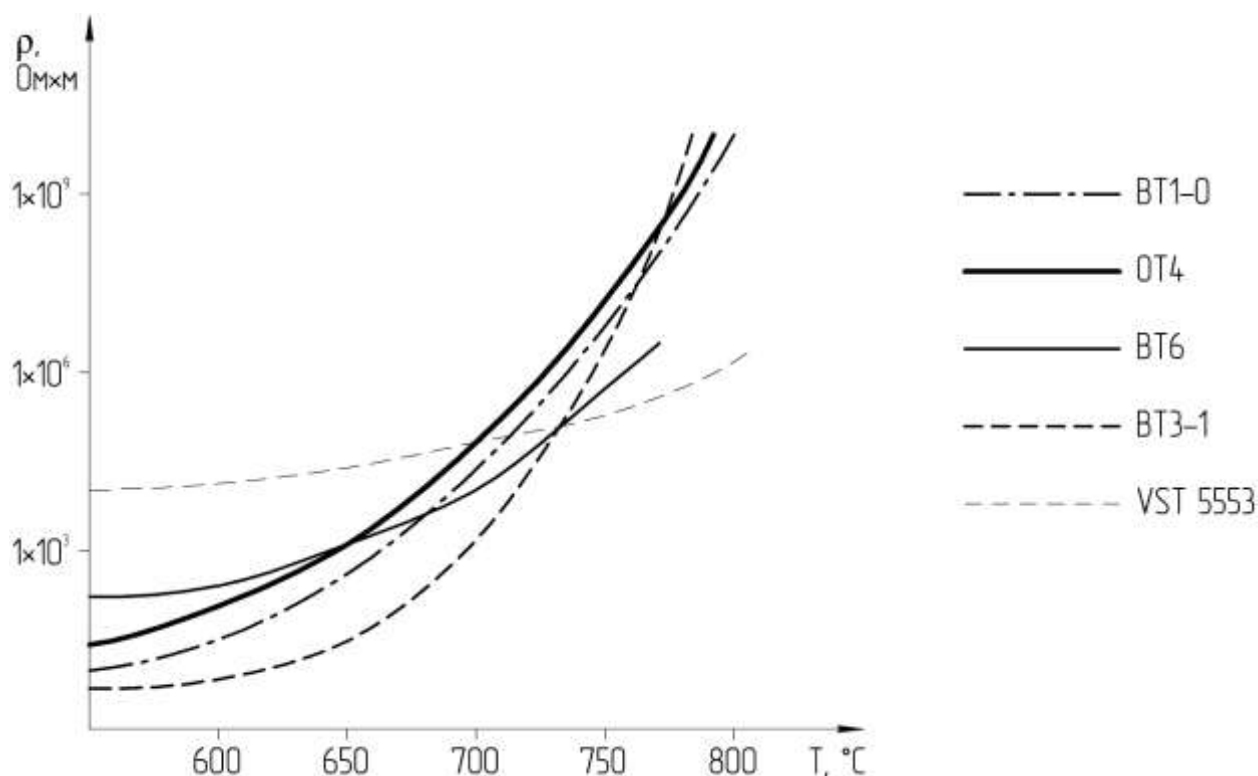


Рисунок 1. Зависимости удельного электросопротивления поверхности от температуры оксидирования

Таблица 1. Результаты регрессионного анализа зависимости удельного электрического сопротивления титановых сплавов от температуры оксидирования

№ п/п	Марка сплава	Регрессионная модель	Коэффициент корреляции R
1	BT1-0	$\rho = 2,51 \cdot 10^{-25} \cdot e^{0,093T}$	0,733
2	OT4	$\rho = 7,36 \cdot 10^{-24} \cdot e^{0,092T}$	0,728
3	BT6	$\rho = 1,74 \cdot 10^{-14} \cdot e^{0,058T}$	0,728
4	BT3-1	$\rho = 9,71 \cdot 10^{-26} \cdot e^{0,093T}$	0,728
5	VST5553	$\rho = 5,65 \cdot 10^{-6} \cdot e^{0,024T}$	0,738

Из рисунка 1 видно, что при температурах до 650°C удельное электросопротивление поверхности сплавов изменяется незначительно, и зависимость сопротивления от температуры оксидирования может быть аппроксимирована линейной функцией. В температурном диапазоне от 650 до 800°C электрическое сопротивление поверхности возрастает экспоненциально.

Следует отметить, что при температурах отжига свыше 800°C авторам не удалось получить оксидный слой достаточной прочности, так как полученный оксид легко отслаивался. Этот эффект может быть связан с

тем, что при температурах выше 800...825°C начинается разрушение оксидированного слоя.

Необходимо также указать и на то, что наибольшие значения удельного электрического сопротивления поверхности были получены у титановых сплавов, в составе которых отсутствует ванадий, что может свидетельствовать о негативном влиянии примесей оксидов ванадия на сопротивление оксидированного слоя.

Полученные экспериментальные данные говорят о необходимости более глубокого изучения электрофизических свойств титановых сплавов различного состава с целью дальнейшего применения этих свойств в научной и производственной практике.

Кроме того, из полученных данных следует вывод, что для большинства титановых сплавов оптимальным с точки зрения получения максимальной величины удельного электрического сопротивления является температурный диапазон 750...825°C.

Использованные литературные источники

1. С.Я. Бецофен, Л.М. Петров, В.В. Плихунов, Н.А. Ночовная, Д.В. Спиваков. Структура, свойства и методы контроля газонасыщенных слоев в титановых полуфабрикатах // *Авиационная промышленность* – 2008 – №2 – С.44 – 48
2. М.Н. Шушпанов, А.Б. Коломенский. Воздействие оксидных пленок на повторно-статическую долговечность титановых сплавов // *Прогрессивные технологии в сварочном производстве: межвузовский сборник трудов* – Воронеж: ВГТУ – 2002 – С.7 – 11
3. F. Borigoli, E. Galvanetto, F. Ioselli, G. Pradelli. Improvement of wear resistance of Ti–6Al–4V alloy by means of thermal oxidation // *Materials Letters* – Volume 59, Issue 17 – 2005 – Pages 2159 – 2162
4. Г.В. Самсонов, А.Л. Борисова, Т.Г. Жидкова и др. Физико-химические свойства окислов – М.: Металлургия – 1978 – 472 с.